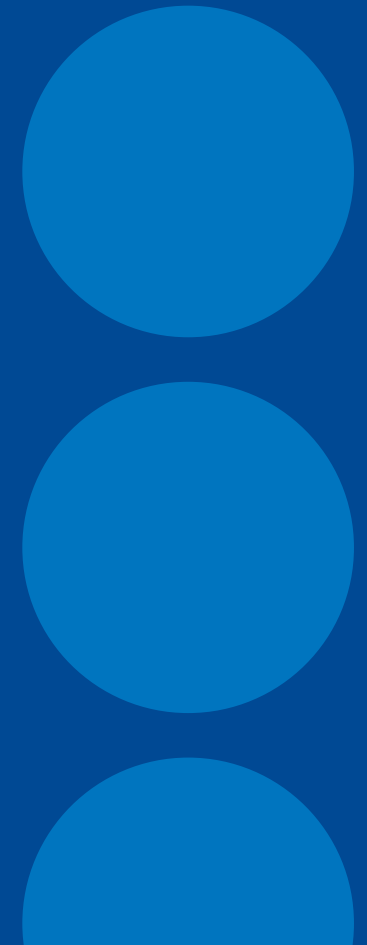


Unfallermittlung am Beispiel einer Staubexplosion

Explosion an einer Sackeinschütte

Arbeitsschutz in allen Betriebsphasen

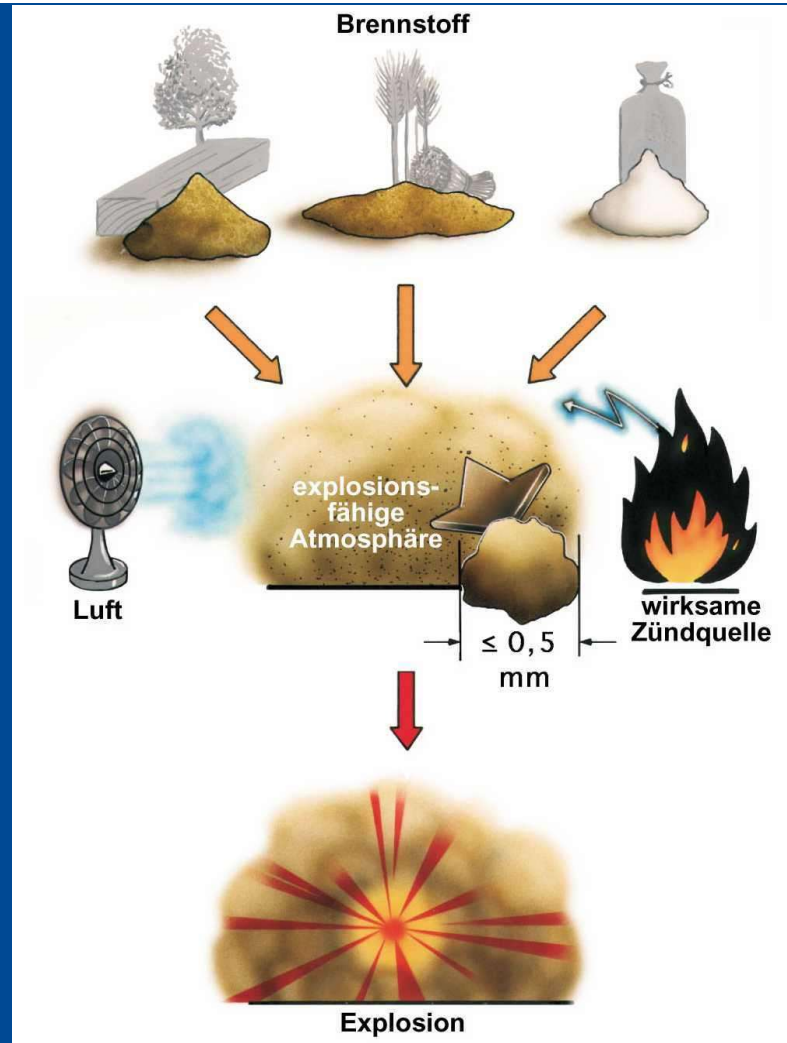
Dr. Andreas Arnold, 5. und 6. Oktober 2022



Staubexplosionen

Wie kommt es dazu?

Welche Stäube sind betroffen?



Video Explosionsereignis (entfernt)

Konsequenzen:

- Eine Person verletzt
- Mittelschwere Anlagenschäden
- Behördlich angeordneter Produktionsstillstand für gesamtes Werk
- **Fehler muss vor Wiederinbetriebnahme eindeutig identifiziert sein!**

Anlage und Prozess:

- Sackeinschütte
- Schwingsieb
- Fallrohr
- Edelstahlcontainer
- Ohne Einbauten
- Einschütten von staubförmigen Produkten aus Säcken
- Sieben und Befüllen des Containers mittels Schwerkraft

Analyse der Ursache:

- Staubwolke war offensichtlich vorhanden (brennbare Gase können definitiv ausgeschlossen werden)
- Produkt war offensichtlich explosionsfähig
- **Aufgabe: was war die Zündquelle?**

Zündquelle:

Von 13 existierenden Zündquellen, wie z.B.

- Heiße Oberflächen,
- Mechanische Funken,
- Flammen,
- elektrische Anlagen

konnten 12 mit Sicherheit ausgeschlossen werden. Es verbleibt die Zündquelle:

- **Entladungen statischer Elektrizität**

Entladungen statischer Elektrizität: **Funkenentladung**

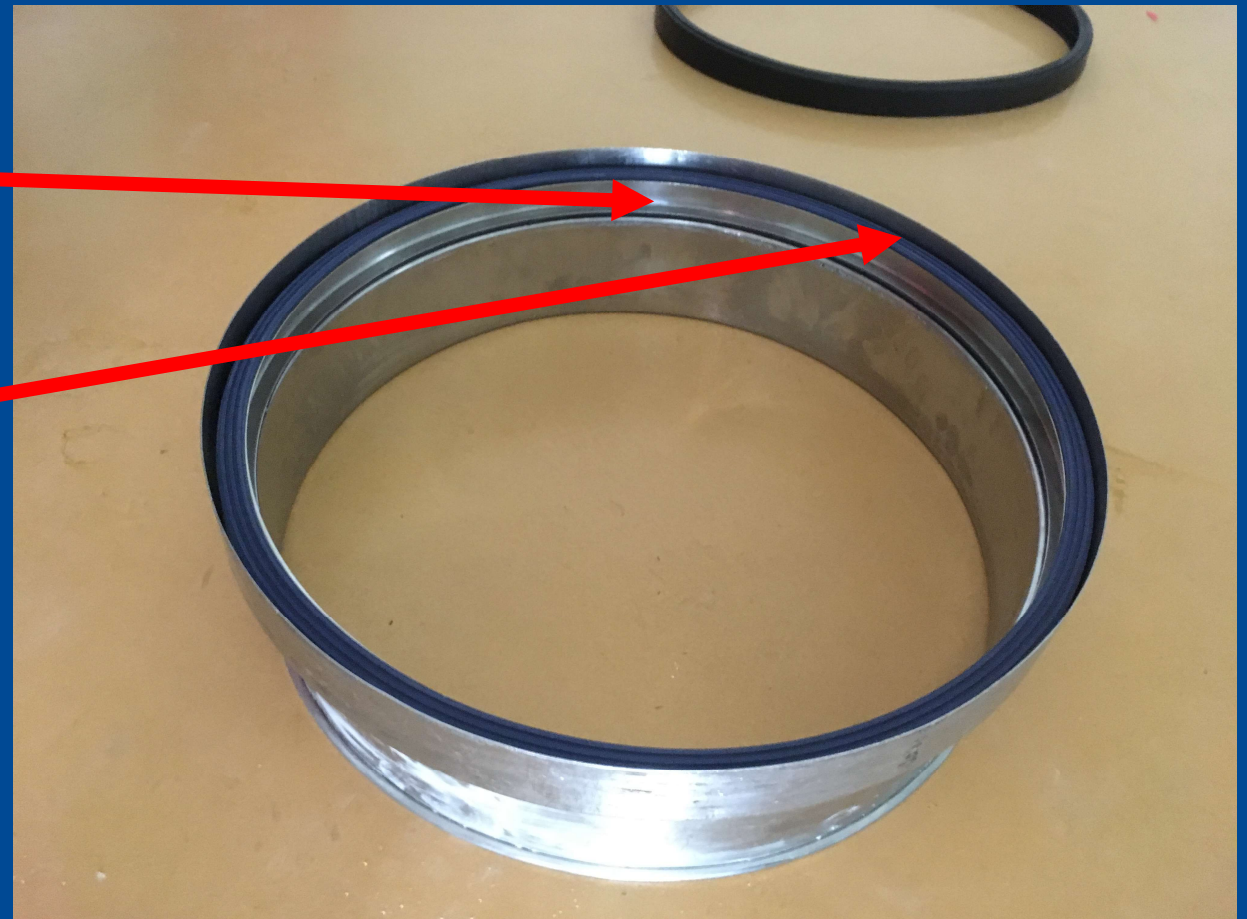
Hierzu gäbe es viel mehr zu sagen, als nur die wichtigste Grundregel:

- **Leitfähige Anlagenteile bzw. Gegenstände müssen in explosionsgefährdeten Bereichen geerdet, bzw. in den Potentialausgleich eingebunden werden!**

**ungeerdeter
Distanzring
durch Einbau in**

**isolierende
Dichtung (blau)**

**führt zu
Funken-
entladungen!**



Ist damit die Ursache ermittelt?

- Zündung erfolgt, wenn Energie des Entladungsfunkens größer ist als die Mindestzündenergie der Staubwolke (**MZE**)
- Energie des Funkens berechenbar über Kapazität des ungeerdeten Ringes in der vorliegenden Umgebung und des Potentials (Spannung) des Ringes, über **$E = 1/2 C U^2$**
- Daraus resultiert maximale Energie des Funkens von **50 mJ**

Mindestzündenergie der Staubwolke (MZE): hier von getrocknetem Maisglucose-Sirup

Verteilungskoeffizient (n-Octanol/Wasser):	< -2 REACH-Daten
Zersetzungstemperatur:	> 200 °C
Explosive Eigenschaften:	- INERIS -
Zündtemperatur:	~ 380 °C (Godbert-Greenwald) MZT Wolke. > 400 °C (EN 50281-2-1) 5 mm Zwischenlage (Glimmtemperatur).
MZE (Mindest Zündenergie):	~ 77 mJ (EN 13821 (ohne Induktivität)) Empfindlich auf Zündung durch ein elektrostatisches Phänomen. 300 - 1.000 mJ (EN 13821 (mit Induktivität))
dP/dtmax (Maximaler zeitlicher Druckanstieg):	~ 550 bar/s (EN 14034-2)
Pmax (Maximaler Explosions überdruck) ±10%:	~ 7,7 bar (EN 14034-1)
Kst wert (±20%):	~ 149 barm/s (EN 14034-2)
StaubExplosionsklasse:	st 1 (VDI 3673)
spezifischer Durchgangswiderstand:	1,1x10 ¹⁵ Ω.cm (IEC 61241-2-2 / Gruppe IIIB: nicht leitender Staub.)
Feuchtigkeit:	~ 4,3 % (ISO 589)
Mw (Medianwert):	~ 51,9 µm (NFX 11-666)
Sonstige Angaben:	UEG (Untere Explosionsgrenze) : 30 - 60 g/m ³ BZ (Verbrennung-Klasse) : 5 (VDI 2263-1)
Oxidierende Eigenschaften:	NC: Nicht klassifiziert

Sonstige Angaben:

Problem:

- Maximal mögliche Funkenenergie kleiner als MZE laut Sicherheitsdatenblatt; damit eigentlich keine Zündung möglich.
- Damit wäre die Zündquelle nicht zweifelsfrei identifiziert; **keine Wiederaufnahme des Betriebs.**
- → Messungen im „Staublabor“ der BGN
- → Messungen nach Norm und dem Prozess angepasste, also von der Norm abweichende Messungen

Lösung:

- Gegenströmung aus Container führt zu Entmischung des Staubes.
- Fraktion des feinsten Staubes nach oben zur Einschütte zurückgedrückt.
- Damit am Sieb Staubwolke aus extrem feinem Staub.
- Messungen der MZE dieser Fraktion liefern im Labor einen Wert deutlich unterhalb von 50 mJ, also der Funkenenergie.
- Zündung möglich.

Was können Sie tun?

- Durchgängigen Potentialausgleich sicherstellen
- Erdungsmessung
- Präsenz-Seminar der BGN zum Staubexplosionsschutz
- Im Falle des Falles: sofort Info an uns
- Offene Zusammenarbeit mit uns

**Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit.**

